

УДК 66.01:669.162.275:389.6

ОПТИМИЗАЦИЯ НОМЕНКЛАТУРЫ И ВЫПУСК СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ СОСТАВА ЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ

В.А.Козьмин, М.Ю.Щукина, Г.А.Самарина, Т.И.Игнатенко
ЗАО "Институт стандартных образцов"
620219, Екатеринбург, пр. Ленина, 101, корп.2
icrm@mail.ur.ru

На основании заявок и предложений предприятий различных отраслей номенклатура государственных стандартных образцов, выпускаемых Институтом, дополнена пятью типами низколегированных чугунов для химического анализа и тремя комплектами для спектрального анализа. Выпущенные за последние годы СО Ч13 - Ч16, ЧГ12 - ЧГ23, ЧЛ1 - ЧЛ4 обеспечивают возможность аналитического контроля практически всех марок низколегированных чугунов.

Козьмин Виктор Анатольевич - кандидат технических наук, заведующий металлургической лабораторией ЗАО "ИСО".

Область научных интересов: разработка и совершенствование технологии выплавки, получения и приготовления материалов стандартных образцов.

Автор 80 научных публикаций, в т.ч. 22 изобретений.

Щукина Маргарита Юрьевна — старший научный сотрудник металлургической лаборатории ЗАО "ИСО".

Область научных интересов: исследование качества приготовленных по различным технологиям материалов стандартных образцов.

Автор 27 научных публикаций, в т.ч. 1 изобретения.

Самарина Галина Аркадьевна - заведующая группой спектрального анализа ИЦ ЗАО "ИСО".

Область научных интересов: спектральный анализ материалов черной металлургии, исследование комплектов СО для спектрального анализа.

Автор 16 научных публикаций.

Игнатенко Татьяна Ивановна - старший научный сотрудник группы спектрального анализа ИЦ ЗАО "ИСО".

Область научных интересов: спектральный анализ материалов черной металлургии, исследование комплектов СО для спектрального анализа.

Автор 14 научных публикаций.

Систематический анализ заявок и предложений предприятий различных отраслей промышленности выявил необходимость дополнения номенклатуры государственных стандартных образцов (ГСО), выпускаемых Институтом, образцами состава легированных чугунов. До 1990 г. выпускался только 1 образец (СО 46) для химического анализа низколегированного чугуна.

В настоящее время легированные чугуны (ГОСТ 7769-82) представлены в номенклатуре пятью типами ГСО для химического анализа и тремя комплектами (16 типов СО) для спектрального анализа. Диапазоны аттестованных значений массовой доли элементов приведены в табл. 1.

Из сравнения с требованиями ГОСТ 7769-82 видно, что выпущенные за последние десять - двенадцать лет ГСО Ч13 - Ч16 (вместе с остальными СО Ч1 - Ч17) и комплекты СО ЧГ12 - ЧГ17, ЧГ18 - ЧГ23, ЧЛ1 - ЧЛ4 обеспечивают возможность аналитического контроля практически всех марок низколегированных чугунов.

Сопоставление перечисленных СО с зарубежными (табл. 1) показало, что они не уступают последним по количеству аттестованных характеристик (кроме микропримесей), но существенно отличаются по диапазонам массовой доли элементов, особенно в области их верхних границ.

Подготовка СО состава чугунов с высокими содержаниями кремния (4,5 - 18 %), алюминия (1,5-31 %), марганца (4 - 9 %), никеля (4,5 - 21 %) и

хрома (3 - 34 %) представляет весьма сложную техническую задачу. Существующие технологии выплавки и разливки чугунов не обеспечивают необходимую однородность материала.

Кроме того, хромистые (> 5 % Cr) чугуны очень плохо поддаются механической обработке, что затрудняет отбор стружки для анализа и подготовку образцов.

Таблица 1

Сравнительная характеристика отечественных, зарубежных СО и требований к химическому составу легированных чугунов

Элемент	Диапазон содержаний элементов, %					
	по ГОСТ 7769-82	по каталогу МВН-2002	в СО			
			ЧГ12 - Г17	ЧГ18 - ЧГ23	ЧЛ1 - ЧЛ4	Ч1 - Ч17
Углерод	0,3 - 3,8 (2,5 - 3,8)*	1,12 - 4,5	2,3 - 3,8	2,6 - 3,8	(2,7 - 3,9)	2,4 - 4,5
Кремний	0,2 - 18 (0,7 - 6)*	0,18 - 5,6	0,27 - 2,1	0,7 - 3,7	0,6 - 1,55	0,19 - 2,9
Марганец	0,5 - 9 (0,5 - 1,6)*	0,06 - 4,5	0,3 - 1,1	0,09 - 2,1	0,12 - 0,88	0,28 - 1,6
Хром	0,0 - 34 (0,0 - 3)*	0,01 - 31,7	0,06 - 1,0	0,06 - 1,8	0,05 - 1,03	0,13 - 2,6
Никель	0,3 - 21 (0,3 - 4,5)*	0,01 - 31,7	0,09 - 1,55	0,06 - 2,1	0,06 - 1,4	0,09 - 4,15
Медь	0,2 - 8 (0,2 - 1,5)*	0,01 - 8,3	0,13 - 1,01	0,03 - 1,03	0,13 - 1,0	0,07 - 0,91
Молибден	0,2 - 4 (0,2 - 1)*	0,001 - 3,9	0,015 - 0,48	0,002 - 0,80	0,014 - 0,09	0,32 - 1,2
Титан	0,05 - 1 (0,05 - 1)*	0,001 - 0,3	0,003 - 0,19	0,02 - 0,11	0,004 - 0,10	0,03 - 0,7
Алюминий	0,1 - 31 (0,1 - 1,5)*	0,003 - 0,16	-	0,02 - 0,18	-	-
Ванадий	0,15 - 0,35 (-)*	0,006 - 0,55	0,04 - 0,40	0,03 - 0,22	0,02 - 0,18	0,55
Кобальт	-	0,004 - 0,2	0,04 - 0,40	-	0,08 - 0,41	0,05 - 0,27

* Для низколегированных чугунов

Тем не менее, разработки в этом направлении ведутся. В июне 2003 г. выпущен ГСО Ч18 для химического анализа высоколегированного чугуна с аттестованными значениями массовой доли хрома (15,61 %) и марганца (4,27 %).

Приготовление материалов выпущенных комплектов осуществлялось по двум технологиям: традиционной (СО ЧГ12 - ЧГ17, ЧЛ1 - ЧЛ4) и новой (ЧГ18 — ЧГ23). Выплавку чугуна проводили в 400 кг индукционной открытой печи. Шихта состояла из передельного чугуна, стального лома, соответствующих ферросплавов и лигатур. Температура расплава при разливке в зависимости от состава находилась в пределах 1450 - 1620° С.

Чугуны ЧГ12 - ЧГ17 и ЧЛ1 - ЧЛ4 разливали в 12-местные кокили. Полученные заготовки име-

ли форму усеченного конуса высотой 38-40 мм, диаметрами оснований 38 - 40 мм.

Разливку металла комплекта ЧГ18 - ЧГ23 вели через дозатор в специальные литейные формы, установленные на квадратных медных плитах размерами 1000 x 1000 x 100 мм. Готовые отливки представляли собой усеченные четырехгранные пирамиды высотой 20 - 25 мм и основаниями в виде квадратов со сторонами 30 - 35 мм.

Проведено сравнение однородности материала чугунов, полученных по двум технологиям. Исследование материала СО ЧГ18-ЧГ23 выполняли на фотоэлектрической установке "Spectrolab S" в спектральной лаборатории мартеновского цеха УЗТМ. Эксперимент проводили на случайной выборке объемом 20 экземпляров каждого

типа СО, включенного в комплект. Таким образом общее число измерений для каждого типа составило 240. Для исключения влияния дрейфа спектральной установки на результаты оценки однородности измерения проводили сериями. В пределах серии для каждого экземпляра выполняли по два параллельных измерения. Порядок съемки экземпляров рандомизировали.

Результаты эксперимента обрабатывали методами дисперсионного анализа. План эксперимента позволял оценить внутри- и межэкземплярную однородность.

Для контроля внутриэкземплярной однородности оценивали значение среднего квадратического отклонения (СКО) $\sigma_{\text{сх}}$, характеризующего сходимость измерений при исследовании. Полученные значения не превышали допустимых ($\sigma_{\text{сх.д}}$), рассчитанных на основании ГОСТ 27611-88 и НДИ МС-0003-00, поэтому внутриэкземплярная однородность признана удовлетворительной.

В качестве межэкземплярной однородности принимали СКО $\sigma_{\text{н}}$, характеризующее изменчи-

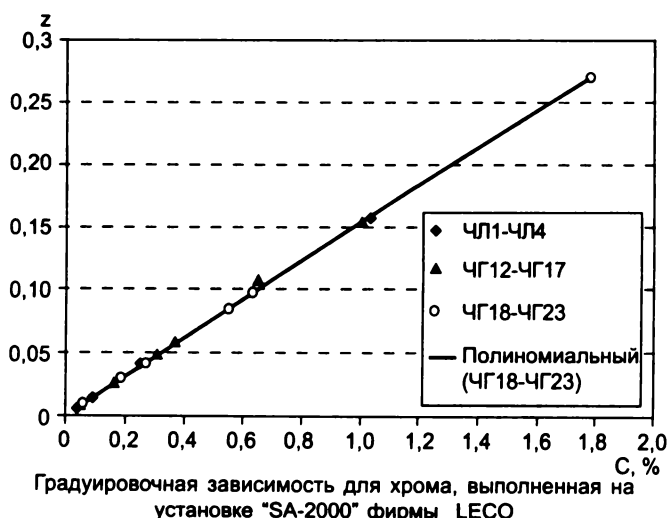
вость массовой доли элементов в общей совокупности экземпляров СО одного типа. Значения $\sigma_{\text{н}}$ для всех аттестуемых характеристик не превышают 0,38 Δ , принятых в качестве допускаемых в практике выпуска СО (Δ - погрешность результата анализа, регламентированная ГОСТ 27611-88 и НДИ МС-0003-00) и учитывались при расчете полной погрешности СО.

Значения показателей $\sigma_{\text{н}}$ и $\sigma_{\text{сх}}$ были сопоставлены с полученными ранее при исследовании однородности комплектов СО ЧГ12 - ЧГ17, выплавленных по обычной технологии. В табл. 2 в качестве примера приведены характеристики однородности для кремния и хрома в образцах с близкими содержаниями этих элементов. Значения $\sigma_{\text{н}}$ и $\sigma_{\text{сх}}$ для всех СО сопоставимы и не превышают допустимого уровня. Аналогичные результаты получены для всех аттестованных элементов. Таким образом, материал СО ЧГ18 - ЧГ23, приготовленный по новой технологии, не уступает по уровню однородности СО, полученным по традиционной технологии.

Таблица 2
Сопоставление значений $\sigma_{\text{н}}$ и $\sigma_{\text{сх}}$ (%) для СО чугунов, полученных по двум технологиям

Индекс СО	Кремний, %	Хром, %	$\sigma_{\text{н}}$	0,38 Δ	$\sigma_{\text{сх}}$	$\sigma_{\text{сх.д}}$
ЧГ23	2,18	-	0,005	0,05	0,007	0,05
ЧГ12	2,11	-	0,002	0,05	0,006	0,05
ЧГ18	0,70	-	0,003	0,02	0,007	0,02
ЧГ14	0,67	-	0,002	0,02	0,005	0,02
ЧГ18	-	0,55	0,001	0,018	0,002	0,018
ЧГ17	-	0,65	0,005	0,018	0,005	0,018
ЧГ23	-	0,059	0,0003	0,004	0,0003	0,004
ЧГ16	-	0,058	0,0005	0,004	0,0007	0,004

Исследование согласованности комплекта ГСО ЧГ18 - ЧГ23 было интересно провести с комплектами ЧГ12 - ЧГ17 и ЧЛ1 - ЧЛ4, близкими по химическому составу. Эксперимент по согласованности проводили на фотоэлектрических установках "Spectrolab S" и "SA-2000", а также на рентгено-спектральной установке "СРМ-25". На всех типах установок получены монотонно возрастающие градуировочные зависимости во всем диапазоне варьирования аттестованных элементов. В качестве примера на рисунке приведена градуировочная зависимость для хрома, полученная на спектральной установке "SA-2000" фирмы LECO.



Таким образом, проведенная оптимизация номенклатуры СО и выпуск стандартных образцов Ч13 - Ч16, ЧГ12 - ЧГ17, ЧГ18 - ЧГ23, ЧЛ1 - ЧЛ4

позволили практически полностью обеспечить потребности предприятий в СО состава низколегированных чугунов.

* * * * *

OPTIMIZATION OF NOMENCLATURE AND PRODUCTION OF CERTIFIED REFERENCE MATERIALS OF ALLOY CAST IRON

V.A.Kozmin, M.Yu.Shchukina, G.A.Samarina, T.I.Ignatenko

Nomenclature of certified reference materials, which are produced by the Institute for Certified Reference Materials, has been supplemented with five types of low-alloy cast iron CRMs for chemical analysis and with three sets of CRMs for spectral analysis, according to applications and proposals from works of different branches. Because of producing these CRMs analytical control of almost all low-alloy cast iron grades can be performed.
